

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
31. Mai 2001 (31.05.2001)

PCT

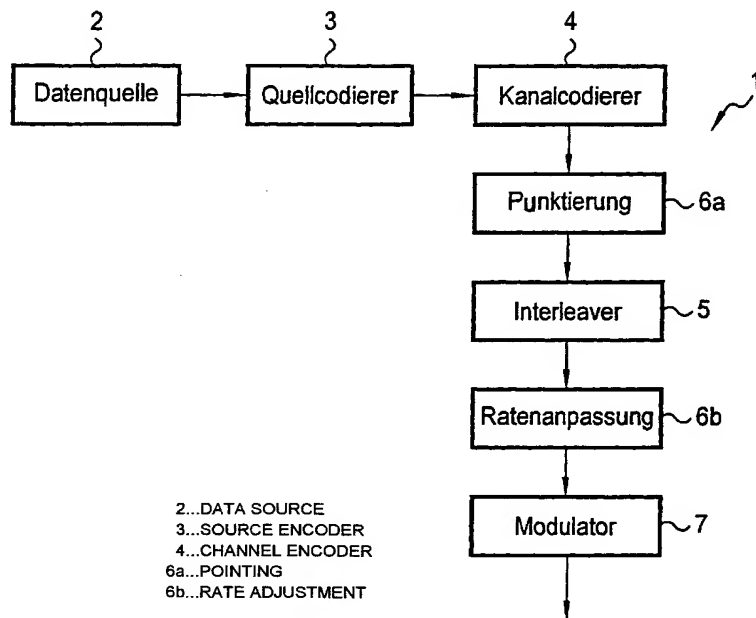
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/39421 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04L 1/00** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04123 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOBINGER, Andreas** [DE/DE]; Kolpingstrasse 6, 83714 Miesbach (DE). **MICHEL, Jürgen** [DE/DE]; Sebastian-Bauer-Strasse 35, 81737 München (DE). **RAAF, Bernhard** [DE/DE]; Maxhofstrasse 62, 81475 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 22. November 2000 (22.11.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
199 56 748.4 25. November 1999 (25.11.1999) DE  
100 08 056.1 22. Februar 2000 (22.02.2000) DE  
100 15 685.1 29. März 2000 (29.03.2000) DE
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, HU, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ADJUSTING THE DATA RATE IN A COMMUNICATION DEVICE AND THE CORRESPONDING COMMUNICATION DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ANPASSUNG DER DATENRATE IN EINER KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG UND ENTSPRECHENDE KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for adapting the data rate of a data stream in a communication device (1), in particular in a mobile radio transmitter, whereby the individual data blocks are pointed, according to a specific pointing model and the bits pointed according to the pointing model are removed from the respective data block. The pointing model is configured in such a way that it has a steadily increasing pointing rate extending from the middle of the discrete data block to at least one end of said data block.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/39421 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung (1), insbesondere in einem Mobilfunksender, werden die einzelnen Datenblöcke des Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster punktiert, wobei durch die Punktierung dem Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem jeweiligen Datenblock entfernt werden und das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß es eine von einem mittleren Bereich der einzelnen Datenblöcke zu wenigstens einem Ende der einzelnen Datenblöcke hin stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.

## Beschreibung

Verfahren zur Anpassung der Datenrate in einer  
Kommunikationsvorrichtung und entsprechende  
5 Kommunikationsvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem  
Oberbegriff des Anspruches 1 zur Anpassung der Datenrate in  
einer Kommunikationsvorrichtung sowie eine entsprechende  
10 Kommunikationsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches  
35.

Die Mobilfunktechnik befindet sich in einer raschen  
Entwicklung. Augenblicklich wird an der Standardisierung des  
15 sogenannten UMTS-Mobilfunkstandards ('Universal Mobile  
Telecommunication System') für Mobilfunkgeräte der dritten  
Mobilfunkgeneration gearbeitet. Gemäß dem derzeitigen Stand  
der UMTS-Standardisierung ist vorgesehen, die über einen  
Hochfrequenzkanal zu übertragenden Daten einer Kanalcodierung  
20 zu unterziehen, wobei hierzu insbesondere Faltungscodes  
('Convolutional Codes') verwendet werden. Durch die  
Kanalcodierung werden die zu übertragenden Daten redundant  
codiert, wodurch auf der Empfängerseite eine zuverlässigere  
Wiedergewinnung der gesendeten Daten möglich ist. Der bei der  
25 Kanalcodierung jeweils verwendete Code wird durch seine  
Coderate  $r = k/n$  charakterisiert, wobei  $k$  die Anzahl der zu  
übertragenden Daten- oder Nachrichtenbits und  $n$  die Anzahl  
der nach der Codierung vorliegenden Bits bezeichnet. Je  
kleiner die Coderate ist, desto leistungsfähiger ist in der  
30 Regel der Code. Ein mit der Codierung verbundenes Problem ist  
jedoch, daß die Datenrate um den Faktor  $r$  reduziert wird.

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils  
mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird im Sender eine  
35 Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt, wobei nach  
einem bestimmten Muster entweder Bits aus dem Datenstrom  
entfernt oder in dem Datenstrom verdoppelt werden. Das

Entfernen von Bits wird als 'Punktieren' und das Verdoppeln als 'Repetieren' bezeichnet.

Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung wird  
5 vorgeschlagen, zur Ratenanpassung einen Algorithmus zu verwenden, der eine Punktierung mit einem annähernd regelmäßigen Punktierungsmuster durchführt, d.h. die zu punktierenden Bits sind äquidistant über den jeweils zu punktierenden codierten Datenblock verteilt.

10 Darüber hinaus ist bekannt, daß beim Faltungscodieren die Bitfehlerrate (Bit Error Rate, BER) am Rand eines entsprechend codierten Datenblocks abnimmt. Ebenso ist bekannt, daß die Bitfehlerrate innerhalb eines Datenblocks  
15 durch ungleichmäßig verteiltes Punktieren lokal verändert werden kann. Diese Erkenntnisse wurden dazu genutzt, heuristisch ein Punktierungsmuster zu finden, nach dessen Anwendung alle Bits des punktierten Datenblocks eine ihrer jeweiligen Wichtigkeit entsprechende Bitfehlerrate besitzen.  
20 Ein derartiges Vorgehen ist jedoch für UMTS-Mobilfunksysteme nicht praktikabel, da hier ein allgemeingültiger Algorithmus benötigt wird, der für jede Bitanzahl eines zu punktierenden Datenblocks und für jede Punktierungsrate die gewünschten Ergebnisse liefert.

25 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung und sowie eine entsprechende Kommunikationsvorrichtung bereitzustellen,  
30 welche zu einer zufriedenstellenden Bitfehlerrate führt und insbesondere in Mobilfunksystemen mit Faltungscodierung einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit  
35 den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Kommunikationsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 35

gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß werden die einzelnen Datenblöcke des  
5 Datenstroms zur Anpassung der Datenrate gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster punktiert, wobei das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß es eine von einem mittleren Bereich der einzelnen Datenblöcke zu  
mindestens einem Ende der einzelnen Datenblöcke hin stetig  
10 zunehmende Punktierungsrate aufweist.

Vorzugsweise weist das Punktierungsmuster eine von dem mittleren Bereich zu beiden Enden des jeweiligen Datenblocks hin stetig zunehmende Punktierungsrate auf. Auf diese Weise  
15 werden die Bits am Anfang und Ende des jeweils zu punktierenden Datenblocks stärker punktiert, wobei dies nicht mit einer gleichmäßigen Punktierungsrate, sondern mit einer zu den beiden Enden des jeweiligen Datenblocks hin kontinuierlich ansteigenden Punktierungsrate erfolgt, d.h.  
20 der Abstand zwischen den punktierten Bits wird zu den beiden Enden des Datenblocks hin immer kürzer.

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird unter "stetig zunehmende Punktierungsrate" auch verstanden, daß der über  
25 eine bestimmte Anzahl aufeinanderfolgender Bits gemittelte Abstand zwischen punktierten Bits monoton abfällt. Die "bestimmte Anzahl" kann dabei beispielsweise durch den Quotienten aus der Einflußlänge des Codes und der Coderate definiert werden, da der Bereich von codierten Bits, die von  
30 einem zu übertragenden Bit abhängen diese "bestimmten Anzahl" von Bits enthält. So ergibt sich beispielsweise für einen Code mit Einflußlänge 9 und einer Coderate  $1/3$  für die "bestimmte Anzahl" von Bits, über welche der gemittelte Abstand zwischen punktierten Bits bestimmt werden kann, der  
35 Wert 27. Bei Coderate  $1/2$  ist die "bestimmte Anzahl" 18.

Diese Punktierung führt zu einer über den punktierten Datenblock gleichmäßiger verteilten Fehlerrate der einzelnen Bits und hat zudem eine verminderte Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit zur Folge.

5

Diese Vorteile werden auch dann beibehalten, wenn die Datenblöcke zunächst wie beschrieben punktiert und anschließend nochmals einer Punktierung mit einem gleichmäßigen Punktierungsmuster unterzogen. Ebenso kann  
10 anschließend an die zuvor beschriebene Punktierung eine Repetierung durchgeführt werden. Auf diese Weise kann sehr einfach durch zwei aufeinanderfolgende Operationen, nämlich durch eine Punktierung mit einem fixen Punktierungsmuster, dessen Punktierungsrate stetig zu den beiden Enden des  
15 jeweiligen Datenblocks zunimmt, und eine anschließende weitere Punktierung oder Reptierung, die gewünschte Datenrate, d.h. die gewünschte Anzahl von zu übertragenden Bits pro Datenblock, erhalten werden.

20 Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zur Anpassung der Datenrate eines faltungscodierten Datenstroms und kann somit bevorzugt in UMTS-Mobilfunksystemen eingesetzt werden, wobei dies sowohl den Bereich des Mobilfunksenders als auch denjenigen des Mobilfunkempfängers betrifft. Die  
25 Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Anwendungsbereich beschränkt, sondern kann allgemein überall dort Anwendung finden, wo die Datenrate eines Datenstroms anzupassen ist.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme  
30 auf die beigefügte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Mobilfunksenders,

35

Fig. 2 zeigt eine Darstellung von verschiedenen Ausführungsbeispielen für ein Punktierungsmuster, welches von

einer in Fig. 1 gezeigten Einheit zur Anpassung der Datenrate verwendet werden kann,

Fig. 3A zeigt einen Vergleich der mit einer erfindungsgemäßen  
5 Punktierung bzw. einer herkömmlichen Punktierung hinsichtlich  
der über einen punktierten Datenblock verteilten  
Bitfehlerwahrscheinlichkeit erzielbaren Ergebnisse, und

Fig. 3B zeigt einen Vergleich der mit einer erfindungsgemäßen  
10 Punktierung bzw. einer herkömmlichen Punktierung hinsichtlich  
der daraus resultierenden Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit  
erzielbaren Ergebnisse,

Fig. 4 zeigt eine Darstellung von verschiedenen  
15 Ausführungsbeispielen für ein Punktierungsmuster, welches von  
einer in Fig. 1 gezeigten Einheit zur Anpassung der Datenrate  
verwendet werden kann.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem  
20 die Randpunktierung nach einem ersten Interleaver  
durchgeführt wird.

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau eines erfindungsgemäßen  
Mobilfunksenders 1 dargestellt, von dem Daten oder  
25 Kommunikationsinformationen, insbesondere  
Sprachinformationen, über einen Hochfrequenz-  
Übertragungskanal an einen Empfänger übertragen werden. In  
Fig. 1 sind insbesondere die an der Codierung dieser  
Informationen oder Daten beteiligten Komponenten dargestellt.  
30 Die von einer Datenquelle 2, beispielsweise einem Mikrofon,  
gelieferten Informationen werden zunächst mit einem digitalen  
Quellcodierer 3 in eine Bitfolge umgesetzt. Die  
sprachcodierten Daten werden anschließend mit Hilfe eines  
Kanalcodierers 4 codiert, wobei die eigentlichen Nutz- oder  
35 Nachrichtenbits redundant codiert werden, wodurch  
Übertragungsfehler erkannt und anschließend korrigiert werden  
können. Die sich bei der Kanalcodierung ergebende Coderate  $r$

ist eine wichtige Größe zur Beschreibung des jeweils bei der Kanalcodierung eingesetzten Codes und ist, wie bereits erwähnt worden ist, durch den Ausdruck  $r = k/n$  definiert. Dabei bezeichnet  $k$  die Anzahl der Datenbits und  $n$  die Anzahl der insgesamt codierten Bits, d.h. die Anzahl der hinzugefügten redundanten Bits entspricht dem Ausdruck  $n - k$ . Ein Code mit der oben definierten Coderate  $r$  wird auch als  $(n,k)$ -Code bezeichnet, wobei die Leistungsfähigkeit des Codes mit abnehmender Coderate  $r$  zunimmt. Zur Kanalcodierung werden üblicherweise sogenannte Blockcodes oder Faltungscodes verwendet.

Nachfolgend soll davon ausgegangen werden, daß - wie durch den derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung festgelegt ist - bei der Kanalcodierung Faltungscodes zur Anwendung kommen. Ein wesentlicher Unterschied zu Blockcodes besteht darin, daß bei Faltungscodes nicht einzelne Datenblöcke nacheinander codiert werden, sondern daß es sich um eine kontinuierliche Verarbeitung handelt, wobei jedes aktuelle Codewort einer zu codierenden Eingangssequenz auch von den vorhergehenden Eingangssequenzen abhängt. Unabhängig von der Coderate  $r = k/n$  werden Faltungscodes auch durch die sogenannte Einflußlänge oder 'Constraint Length'  $K$  charakterisiert. Die 'Constraint Length' gibt an, über wieviele Takte von  $k$  neuen Eingangsbits des Faltungscodierers ein Bit das von dem Faltungscodierer ausgegebene Codewort beeinflusst.

Vor der Übertragung der kanalcodierten Informationen zu dem Empfänger können diese einem Interleaver zugeführt werden, der die zu übertragenden Bits gemäß einem bestimmten Schema zeitlich umordnet und dabei zeitlich spreizt, wodurch die in der Regel bündelweise auftretenden Fehler verteilt werden, um einen sogenannten gedächtnislosen (memoryless) Übertragungskanal mit einer quasizufälligen Fehlerverteilung zu erhalten. Die auf diese Weise codierten Informationen oder Daten werden einem Modulator zugeführt, dessen Aufgabe es



ist, die Daten auf ein Trägersignal aufzumodulieren und gemäß einem vorgegebenen Vielfachzugriffsverfahren über einen Hochfrequenz-Übertragungskanal 3 an einen Empfänger zu übertragen.

5

Zur Übertragung wird der codierte Datenstrom in Datenblöcke aufgeteilt, wobei der Faltungscodierer 4 zu Beginn eines Datenblocks in einen bekannten Zustand gesetzt wird. Am Ende wird jeder codierte Datenblock durch sogenannte 'Tailbits' abgeschlossen, so daß der Faltungscodierer 4 sich wieder in einem bekannten Zustand befindet. Durch diesen Aufbau des Faltungscodes sowie des Faltungscodierers 4 wird erreicht, daß die Bits am Anfang und Ende eines codierten Datenblocks besser als in der Blockmitte gegen Übertragungsfehler geschützt sind.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit eines Bits ist abhängig von seiner Lage innerhalb des jeweiligen Datenblocks unterschiedlich. Dieser Effekt wird beispielsweise bei der Sprachübertragung in GSM-Mobilfunksystemen ausgenutzt, indem die wichtigsten Bits an den beiden Blockenden platziert werden, wo die Fehlerwahrscheinlichkeit am geringsten ist. Bei Datenübertragungen werden jedoch im allgemeinen Datenpakete bereits dann verworfen, wenn nur ein einziges übertragenes Bits fehlerhaft ist, was beispielsweise im Empfänger durch einen sogenannten 'Cyclic Redundancy Check' (CRC) festgestellt werden kann. Daher kann bei einer Datenübertragung nicht von wichtigen oder weniger wichtigen Bits gesprochen werden, sondern alle Bits sind als gleich wichtig anzusehen.

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird vor dem Modulator 7 eine Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Ratenanpassung auf zwei Einheiten 6a und 6b aufgeteilt, wobei die Einheit 6a eine Punktierung gemäß einem bestimmten

Punktierungsmuster durchführt, um eine gleichmäßigere Fehlerverteilung über einen Datenblock zu erzielen. Die optionale Einheit 6b führt daran anschließend gegebenenfalls eine weitere Punktierung oder eine Repetierung durch, um schließlich die gewünschte Datenrate zu erhalten. Die in Fig. 1 gezeigte Reihenfolge der Einheiten 6a und 6b sowie des Interleavers 5 sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Der Interleaver kann auch nach der Einheit 6b angeordnet sein. Ebenso kann der Interleaver 5 auch durch zwei Interleaver vor und nach der Einheit 6b ersetzt sein usw..

Der vorliegenden Erfindung liegt das Prinzip zugrunde, die codierten Datenblöcke während der Ratenanpassung am Anfang und/oder am Ende des jeweiligen Datenblocks stärker zu punktieren, wobei dies mit einer vom Rand zur Mitte des jeweiligen Datenblocks abnehmenden Punktierungsrate erfolgt, d.h. in einem von der Einheit 6a ausgegebenen Datenblock ist der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Punktierungen am Anfang und am Ende des jeweiligen Datenblocks am kleinsten und wird zur Mitte hin immer größer.

Für die von der Einheit 6a zu verwendenden Punktierungsmuster sind unterschiedliche Ausführungsformen denkbar. Im einfachsten Fall wird die Punktierung jedes Datenblocks stets mit demselben Muster durchgeführt. Ebenso kann jedoch auch abhängig von der Länge des jeweils zu punktierenden Datenblocks ein unterschiedliches Punktierungsmuster verwendet werden. Diese Vorgehensweise ist insbesondere bei kurzen Datenblöcken vorteilhaft, da in diesem Fall das vorgegebene Punktierungsmuster verkürzt werden kann, um ein Überlagern oder 'Ineinanderwachsen' der für den Blockanfang und das Blockende vorgesehen Abschnitte des Punktierungsmusters zu vermeiden, was ansonsten eine zu starke Punktierung des mittleren Bereichs des Datenblocks zur Folge haben könnte.

Bei Verwendung eines Faltungscodes mit einer Coderate  $r = 1/n$  und einer 'Constraint Length'  $K$  werden in einen codierten Datenblock  $n \cdot (K-1)$  Tailbits eingefügt. Das von der Ratenanpassungseinheit 6 angewendete Punktierungsmuster sollte daher in diesem Fall derart ausgestaltet sein, daß am Anfang und Ende des zu punktierenden Datenblocks zusammen weniger als  $n \cdot (K-1)$  Bits punktiert werden. Dies kann dadurch erreicht werden, daß jeweils am Anfang und am Ende des Datenblocks weniger als  $n \cdot (K-1)/2$  Bits punktiert werden.

10

In Fig. 2 sind verschiedene Möglichkeiten für erfindungsgemäße Punktierungsmuster dargestellt, wobei die einzelnen Punktierungsmuster A-C jeweils in einen (auf den Anfang eines Datenblocks anzuwendenden)

15 Musteranfangsabschnitt, einen (auf den mittleren Bereich des Datenblocks anzuwendenden) Mustermittelabschnitt und einen (auf das Ende des Datenblocks anzuwendenden)

Musterendabschnitt aufgeteilt sind und jede Ziffer ein codiertes Bit darstellt. Durch eine '1' wird ein zu

20 übertragendes Bit und durch eine '0' ein aus dem jeweiligen Datenblock zu entfernendes oder zu punktierendes Bit

bezeichnet. Die einzelnen Muster können jeweils algorithmisch gebildet werden und haben gemeinsam, daß durch den

Mustermittelabschnitt jeweils kein Bit punktiert wird, da er

25 ausschließlich '1'-Bits umfaßt. Die Musteranfangs- und Musterendabschnitte sind hingegen jeweils derart

ausgestaltet, daß vom Mittelabschnitt zum Rand hin die Punktierungsrate kontinuierlich zunimmt und die Abstände

zwischen den punktierten Bits immer kürzer werden. Zudem sind

30 die einzelnen Muster A-C jeweils derart ausgestaltet, daß der Musterendabschnitt spiegelsymmetrisch zu dem

Musteranfangsabschnitt aufgebaut ist. Alternativ können auch für den Musteranfangsabschnitt und den Musterendabschnitt

unterschiedliche Muster verwendet werden. Ebenso ist denkbar,

35 die Punktierung auch nur auf einer Seite, d.h. entweder am Anfang oder am Ende des jeweiligen Datenblocks,

durchzuführen.

Die Punktierung nur auf einer Seite bietet insbesondere bei einer sog. "Blinden Raten Detektion" Vorteile. Dabei ist empfängerseitig nicht a priori bekannt, wie viele Bits exakt  
5 übertragen werden. Es ist nur eine Menge möglicher Längen, beispielsweise 40, 80 oder 120 Bits, bekannt. Für jede dieser Möglichkeiten leitet der Empfänger eine Dekodierung ein. Zur Bestimmung der tatsächlich verwendeten Länge enthalten die Daten eine Checksumme, anhand derer empfangsseitig eine  
10 Entscheidung über die verwendete Länge getroffen wird. Zur Dekodierung der convolutional Codes kann auch ein Viterbi-Algorithmus oder ein ähnlicher Algorithmus verwendet werden. Ein derartiges Detektionsverfahren ist auch bei beiderseitiger Punktierung anwendbar. Dazu wird für den  
15 Bereich des Punktierungsmusters am Ende der Daten eine sog. Vorwärtsrekursion über die Länge des Punktierungsmusters mehrfach durchgeführt. Da die Vorwärtsrekursion der rechenaufwendigste Teil des Viterbi-Algorithmus ist, wird bei einer Ausführungsvariante der Erfindung am Ende der Daten  
20 keine Punktierung durchgeführt.

Wie Fig. 2 entnommen werden kann, werden durch das Muster A - von den beiden Enden oder Rändern des zu punktierenden Datenblocks her gesehen - jeweils die Bits Nr. 2, 4, 7, 10,  
25 14, 18, 22 und 26 an beiden Enden des Datenblocks punktiert. Beim Muster B werden hingegen die Bits Nr. 1, 3, 6, 9, 13, 17, 21 und 25 des jeweiligen Datenblocks punktiert, während beim Muster C die Bits Nr. 1, 2, 4, 6, 8, 11, 14 und 17 punktiert werden.

30 Das Punktierungsmuster C1 ist derart ausgestaltet, daß das Musteranfang und das Musterende nur Nullen aufweist, wohingegen das Punktierungsmuster C2 derart ausgestaltet ist, daß das Musteranfang und das Musterende jeweils 8 Nullen  
35 aufweist.

Es können auch Punktierungsmuster mit einer geringeren Punktierungsrates verwendet werden. Wird nach der Punktierung eine weitere, herkömmliche Punktierung mit einem gleichmäßigen Punktierungsmuster, d.h. mit einem äquidistanten oder  
5 annähernd äquidistanten Abstand zwischen den einzelnen punktierten Bits, verwendet, ist jedoch die Wahrscheinlichkeit größer, daß der durch die Erfindung erzielte Gewinn reduziert oder beseitigt wird. Daher ist die Verwendung von Punktierungsmustern mit einer zu den dargestellten Mustern A-C  
10 ähnlichen Punktierungsrate vorteilhaft.

Wie bereits erwähnt worden ist, kann die erfindungsgemäße Punktierung mit einem weiteren Punktierungsvorgang oder einem Repetierungsvorgang kombiniert werden, um schließlich die  
15 gewünschte Datenrate zu erhalten. Diese Aufgabe wird von der in Fig. 1 gezeigten Einheit 6b wahrgenommen, welche hierzu vorzugsweise ein regelmäßiges oder annähernd regelmäßiges Punktierungs- oder Repetierungsmuster verwendet.

20 Es kann ungünstig sein, wenn auf die am Ende eines Datenblocks durchgeführte Punktierung eine Repetierung einer relativ großen Anzahl von Bits folgt. Zur Abhilfe können auch sämtliche Bits des jeweiligen Datenblocks mit Ausnahme der in dem anzuwendenden Punktierungsmuster mit '0' bezeichneten  
25 Bits verdoppelt werden, wobei anschließend anstelle der ursprünglichen Repetierung die Punktierung der auf diese Weise verarbeiteten Bits mit einem passenden Punktierungsmuster durchgeführt wird. Als Ergebnis wird dann die gewünschte Anzahl von Bits bzw. die gewünschte Datenrate  
30 erhalten. Anstelle der Verdoppelung kann auch allgemein eine Vervielfachung der Bits angewandt werden, wobei die mit '0' bezeichneten Bits nicht oder mit einem geringeren Faktor vervielfacht werden.

35 Es ist im allgemeinen ungünstig, wenn auf eine Punktierung eine Repetierung folgt. Ein besonders ungünstiger Fall

entsteht, wenn die Anzahl der Bits nach der Codierung exakt der Anzahl der zu übertragenden Bits entspricht. Verwendet man in diesem Falle einfach eine Randpunktierung, so werden (z.B. im Fall das durch die Randpunktierung 8 Bit an jedem

5 Ende punktiert werden) 8 Bits an beiden Enden punktiert und anschließend im konventionellen Rate-Matching-Schritt 16 der verbleibenden Bits repetiert. Simulationen haben ergeben, dass das zumindest bei einigen Szenarien ungünstiger ist, als weder eine Punktierung noch eine Repetierung durchzuführen.

10

Zusätzlich zum im vorigen Ausführungsbeispiel beschriebenen Verfahren kann zur Vermeidung dieses Nachteils auch folgendes Ausführungsbeispiel angewandt werden:

15 Die Randpunktierung wird nicht bereits unmittelbar nach dem Convolutional coder durchgeführt, sondern erst integriert beim rate-matching. Im folgenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass  $k$  Bits an beiden Rändern punktiert werden sollen.

20

Ist die Anzahl der zu punktierenden Bits größer als  $2k$ , so werden, wie bereits beschrieben, zuerst  $2k$  Bits am Rand punktiert und nachfolgend die restlichen Bits gemäß dem Standard-Algorithmus in (möglichst) gleichmäßigem Abstand.

25

Ist die Anzahl der zu punktierenden Bits  $\Delta N$  zwischen 1 und  $2k$ , so werden nur  $\Delta N$  Bits am Anfang und Ende punktiert. Zweckmäßigerweise punktiert man dabei je  $\Delta N/2$  Bits am Anfang und am Ende des Blocks, falls  $\Delta N$  ungerade ist, wird entweder am Anfang ab- und am Ende auf-rundet oder umgekehrt. Dadurch wird vermieden, dass nach einer

30 Punktierung von  $2k$  Bits an den Enden im folgenden Ratematching Schritt wieder  $2k - \Delta N$  Bits Repetiert werden müssen. In diesem Fall sind anschließend and die

35 Randpunktierung weder eine weitere Punktierung noch Repetierung notwendig.

Werden Bits repetiert, so wird die Endpunktierung überhaupt nicht durchgeführt.

Als weitere Variante dieses Ausführungsbeispiels kann

5 folgendes Verfahren zur Anwendung kommen:

Diese Variante teilt die codierten Bits in drei Bereiche ein: Anfang (im Beispiel der Länge  $k$ ), Mitte und Ende (wieder Länge  $k$ ). Das Rate-matching wird dann folgendermaßen durchgeführt:

10

Ist die Anzahl der zu punktierenden Bits  $\Delta N$  zwischen 1 und  $2k$  so werden am Anfang und Ende je  $\Delta N/2$  Bits punktiert, wie im unmittelbar zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel.

15

Ist die Anzahl der zu punktierenden Bits größer als  $2k$ , so werden am Anfang und Ende je  $k$  Bits punktiert, die restliche Punktierung wird im Bereich der Mitte d.h. im Bereich der  $N-2k$  Bits durchgeführt.

20

Müssen  $\Delta N$  Bits repetiert werden, so werden am Anfang und Ende werden je  $k$  Bits nicht bearbeitet, sie werden weder punktiert, noch repetiert, die gesamte Repetierung wird im Bereich der Mitte d.h. im Bereich der  $N-2k$  Bits durchgeführt.

25

Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass sowohl die Punktierung als auch die Repetierung auf den selben Bereich der mittleren  $N-2k$  Bits durchgeführt werden kann. Dadurch kann man den Algorithmus vereinheitlichen. Außerdem werden bei der Repetierung die Bits am Ende nicht repetiert, was vorteilhaft ist, da diese Bits weniger Information tragen.

30

Insgesamt gesehen werden bei diesem Ausführungsbeispiel die Rand-Bits bei Punktierung bevorzugt punktiert und bei  
35 Repetierung nicht repetiert, also (bis auf den Fall, dass weder Repetierung noch Punktierung durchgeführt werden soll)

mit geringerer Gewichtung übertragen, als die nicht am Rand liegenden Bits.

Dieses Verfahren lässt sich auch in dem Fall effizient  
5 realisieren, in dem das rate-matching nach einem ersten  
Interleaver durchgeführt wird. Dies ist beispielsweise im  
UMTS-System im Uplink, also der Übertragung von der  
Mobilstation zur Basisstation der Fall. Dabei werden die  
10 kodierten Funkrahmen nach der Kodierung zuerst auf  
verschiedene Radio-frames aufgeteilt, die Anzahl dieser  
Frames sei mit  $F$  bezeichnet. Dies geschieht durch  
einschreiben der Bit in eine Matrix mit  $F$  Spalten, optional  
einer darauf folgenden Spaltenvertauschung. Danach werden die  
15 Bits spaltenweise ausgelesen. Dabei ist vorzugsweise, ggf.  
durch ein zuvor durchgeführtes Padding, sicherzustellen, dass  
die Anzahl der Bit durch  $F$  teilbar ist.

Sofern die Maximalanzahl der an jedem Rand zu punktierenden  
Bits  $k$  durch  $F$  teilbar ist, stehen in jedem Radio-frame  $k/F$   
20 Bit an beiden Enden zur Rand-Punktierung zur Verfügung, die  
Punktierung kann dann, nach den selben Verfahren wie bereits  
beschrieben, auch separat für jeden Radio-frame durchgeführt  
werden. Insbesondere werden in dem Fall, dass pro Radio-Frame  
zwischen 0 und  $2 \cdot k/F$  Bit punktiert werden sollen, nur ein  
25 Teil der Maximalzahl pro Radio-frame punktiert. Falls die  
Anzahl der zu punktierenden Bits ungerade ist, wird entweder  
am Anfang oder am Ende ein Bit weniger punktiert.  
Zweckmäßiger Weise wird dabei abwechselnd am Anfang oder Ende  
ein Bit weniger punktiert, zumindest nicht immer am Anfang  
30 oder immer am Ende.

Sofern die Maximalanzahl der an jedem Rand zu punktierenden  
Bits  $k$  nicht durch  $F$  teilbar ist, aber  $2k$  durch  $F$  teilbar  
ist, stehen in jedem Radio-frame insgesamt  $2k/F$  Bit zur Rand-  
35 Punktierung zur Verfügung. Die Punktierung kann hier  
ebenfalls analog zu den o.g. Verfahren durchgeführt werden,  
dabei ist zu beachten, dass bei manchen Radio-frames die



Anzahl der zu punktierenden Bits am Anfang und Ende unterschiedlich sein kann. Soll in solchen Fällen eine ungerade Anzahl von Randpunktierungen durchgeführt werden, so sollte zweckmäßiger Weise an dem Ende, an dem mehr Bits zu  
5 Verfügung stehen, ein Bit mehr punktiert werden.

Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Punktierung nach o.g. Verfahren. Dabei wird angenommen, dass die Maximalzahl der zu punktierenden Bits am Anfang und Ende  $k=6$  ist, und die Anzahl  
10 der Radio-frames  $F=4$ . Zur Vereinfachung der Darstellung wird nicht von einer Spaltenvertauschung ausgegangen. In der Abbildung sind die potentiell bei der Randpunktierung zu punktierenden Bits durch eine Umrandung dargestellt, es sind dies die ersten 6 (Bit 0,1,2,3,4,5) und letzten 6 (Bit  
15 46,47,48,49,50,51) Bits. Es wird ferner davon ausgegangen, daß insgesamt 4 Bits punktiert werden. Dabei werden die durch Fettdruck gekennzeichneten Bits (Bit 1,2,50,51) punktiert.

Als weiteres Ausführungsbeispiel kann für den Fall, dass  $k$   
20 nicht durch  $F$  teilbar ist, statt dessen auch der nächst kleinere Wert von  $k$  verwendet werden, der durch  $F$  teilbar ist. Im Beispiel  $k=6$  und  $F=4$  würde also  $k=4$  ausgewählt werden.

25 In Fig. 3A ist beispielhaft der Verlauf der Bitfehlerrate für die einzelnen übertragenen Bits eines Datenblocks in Abhängigkeit von ihrer Position oder Lage in dem Datenblock für eine herkömmliche Punktierung mit einer regelmäßigen Punktierungsrate von 20% (Kurve a) und für eine  
30 erfindungsgemäße Punktierung mit dem obigen Muster C, bei der lediglich jeweils acht Bits am Anfang und Ende des Datenblocks mit einer jeweils zum Datenblockrand hin zunehmenden Punktierungsrate punktiert werden, in Kombination mit einer nachfolgenden regelmäßigen Punktierung mit einer  
35 Punktierungsrate von 10% (Kurve b) aufgetragen. Aus Fig. 3A ist ersichtlich, daß durch Verwendung des erfindungsgemäßen Punktierungsmusters, durch welches insbesondere die Tailbits

des zu übertragenden Datenblocks punktiert werden, ein gleichmäßigerer Verlauf der Bitfehlerrate über den gesamten Datenblock erzielt werden kann. Da im mittleren Bereich des Datenblocks gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise  
5 weniger häufig punktiert wird, kann dort eine geringere Fehlerwahrscheinlichkeit erhalten werden.

In Fig. 3B ist für dieselben Fälle der Verlauf der Gesamtfehlerrate über den Signal-Rausch-Abstand (SNR) aufgetragen. Aus Fig. 3B ist ersichtlich, daß mit Hilfe der  
10 Erfindung (Kurve b) eine gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise (Kurve a) um ca. 0,25dB verbesserte Bitfehlerrate erzielt werden kann.

15 Die vorliegende Erfindung wurde zuvor anhand der Verwendung in einem Mobilfunksender beschrieben. Selbstverständlich kann die Erfindung jedoch auch auf Mobilfunkempfänger ausgedehnt werden, wo ein zur Anpassung der Datenrate auf oben beschriebene Art und Weise punktiertes bzw. repetiertes  
20 Signal entsprechend dem jeweils verwendeten Punktierungs- bzw. Repetierungsmuster aufgearbeitet werden muß. Dabei werden in dem jeweiligen Empfänger für sendeseitig punktierte bzw. repetierte Bits zusätzliche Bits in den Empfangs-  
25 Bitstrom eingefügt bzw. zwei oder mehr Bits des Empfangs- Bitstroms zusammengefaßt. Bei Einfügen von zusätzlichen Bits wird für diese gleichzeitig in Form einer sogenannten 'Soft Decision'-Information vermerkt, daß ihr Informationsgehalt sehr unsicher ist. Die Verarbeitung des Empfangssignals kann in dem jeweiligen Empfänger sinngemäß in umgekehrter  
30 Reihenfolge zu Fig. 1 erfolgen.

Die oben erläuterten Muster A bis C erweisen sich bei aufwendigen Simulationen insbesondere in Kombination mit Codern der Rate 1/3 als besonders vorteilhaft. Für Coder der  
35 Rate 1/2 stellen sich bei aufwendigen Simulationen die Muster D bis K, welche sich aus Figur 4 ergeben, als besonders vorteilhaft heraus. Die Verwendung dieser Muster D bis K kann

analog zu der oben erläuterten Verwendung der Muster A bis C und entsprechender Weiterbildungen erfolgen. Wie oben bereits ausgeführt, werden aufgrund der höheren Coderate weniger codierte Tailbits übertragen als bei Rate 1/3. Deshalb  
5 umfassen geeignete Punktierungsmuster für Rate 1/2 weniger Bits als Punktierungsmuster für Rate 1/3.

Wie Figur 4 entnommen werden kann, werden durch das Muster D vom vorderen Ende des zu punktierenden Datenblocks her  
10 gesehen jeweils die Bits Nr. 3, 5, 8 und 9 und vom hinteren Ende des zu punktierenden Datenblocks her gesehen jeweils die Bits Nr. 2, 5, 6 und 8 punktiert.

Bei den Mustern E und F wird vom hinteren Ende das gleiche  
15 Punktierungsmuster angewandt wie bei Muster D.

Durch das Muster E werden vom vorderen Ende des zu punktierenden Datenblocks her gesehen jeweils die Bits Nr. 3, 5, 9 und 10 punktiert.

20

Durch das Muster F werden vom vorderen Ende des zu punktierenden Datenblocks her gesehen jeweils die Bits Nr. 3, 5, 6 und 10 punktiert.

25 Die Muster G bis I benutzen am vorderen Ende die gleichen Punktierungsmuster wie die Muster D bis F, vom hinteren Ende des zu punktierenden Datenblocks her gesehen werden aber jeweils die Bits Nr. 3, 5, 9 und 10 punktiert.

30 Durch das Muster J werden - von den beiden Enden oder Rändern des zu punktierenden Datenblocks her gesehen - jeweils die Bits Nr. 1, 3, 5, und 8 an beiden Enden des Datenblocks punktiert. Beim Muster K werden hingegen - von den beiden Enden oder Rändern des zu punktierenden Datenblocks her  
35 gesehen - die Bits Nr. 2, 4, 8 und 11 des jeweiligen Datenblocks punktiert.

Für Datenblöcke mit sehr wenigen Bits, z.B. nur 3 übertragenen Bits, ergibt sich keine Verteilung der Bitfehlerrate (BER) abhängig von der Position des Bits, wie oben erläutert, da alle 3 Bits am "Rand" liegen und dort  
5 besser vor Fehlern geschützt sind. Es gibt sozusagen keine Bits, die in der "Mitte" liegen. Für derartige kurze Blöcke ergeben sich bei herkömmlicher Kodierung - aufgrund des Konstruktionsprinzips der convolutional codes - auch übertragene Bits, die den festen Wert 0 haben, also keine  
10 Information tragen. Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht nun vor, die Muster so auszuwählen, daß bei derartigen kurzen Blöcken bevorzugt diese Bits ohne Informationsgehalt punktiert werden. Dabei kann sowohl für diese sehr kurzen Blöcke, als auch für längere Blöcke das selbe Muster  
15 verwendet werden, wodurch eine einheitliche Implementierung für alle Blockgrößen erleichtert wird.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht für sehr kurze Blöcke eine Optimierung der Hamming-Distanz, oder allgemein  
20 eine Optimierung der Gewichtsverteilung vor. Bei langen Codes hängt die Gewichtsverteilung primär von den verwendeten Polynomen ab, bei kurzen Codes kann durch geeignete Punktierungsmuster ein Code mit guter Gewichtsverteilung erzeugt werden.

25 In Zusammenhang mit einem UMTS können im Uplink die Daten auf 1, 2, 4 oder 8 Rahmen der Länge 10 ms verteilt werden. Falls die Anzahl der Bits nach dem Codieren aber nicht durch 1, 2, 4 oder 8 teilbar ist, wird bei Ausführungsvarianten, welche  
30 mit oben erläuterten Ausgestaltungen kombiniert werden können, eine entsprechende Anzahl von Dummy-Bits eingefügt, um eine gleichmäßige Verteilung der Bits auf die Rahmen zu ermöglichen. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht statt des Einfügens von Dummy-Bits vor, das End-  
35 Punktierungsmuster entsprechend zu kürzen. Dadurch können zusätzliche Bits zur Übertragung genützt werden und gleichzeitig eine durch die Anzahl der Rahmen teilbare Anzahl

von Bits erzeugt. Im Gegensatz zu den Dummy Bits tragen die nicht punktierten Bits Information und tragen somit zur Verbesserung der Übertragung bei.

- 5 Es wird also das Punktierungsmuster derart gekürzt, daß sich als Länge des Datenblocks nach der Punktierung eine Zahl ergibt, welche ermöglicht, die nachfolgende Datenverarbeitung effizient durchzuführen.
- 10 Dies kann insbesondere dadurch erreicht werden, daß das Punktierungsmuster derart gekürzt wird, daß die Länge des Datenblocks nach der Punktierung durch die Anzahl der Rahmen, über die der Datenblock verteilt (interleaved) wird, teilbar ist.
- 15 Selbstverständlich ist auch eine Kombination der oben genannten Kriterien bei der Auswahl eines Punktierungsmusters möglich. Beispielsweise werden bei Anwendung der Muster D bis I auf den derzeit für UMTS vorgeschlagenen Rate 1/2 Code für
- 20 3 Bits alle Bits ohne Informationsgehalt punktiert und aus den verbleibenden 14 übertragenen Bits ein Code mit optimaler Gewichtsverteilung erzeugt. Auch bei 2 übertragenen Bits werden durch das Muster D alle Bits ohne Informationsgehalt punktiert. Bei nur einem übertragenen Bit werden noch 4 von
- 25 insgesamt 6 Bits ohne Informationsgehalt punktiert. Gleichzeitig zeigen diese Muster auch gute Eigenschaften bei längeren Blockgrößen (z.B. 32 Bits).

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung,  
5 umfassend eine Punktierung eines Datenblocks eines Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster, um somit die Datenrate anzupassen, wobei durch die Punktierung dem Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem Datenblock entfernt werden,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierung mit einem Punktierungsmuster durchgeführt wird, welches von einem mittleren Bereich des Datenblocks zu mindestens einem Ende des Datenblocks hin eine stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierungsrate des Punktierungsmusters im mittleren Bereich des Datenblocks im wesentlichen 0% beträgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierung mit einem Punktierungsmuster durchgeführt wird, welches von dem mittleren Bereich des Datenblocks zu  
25 beiden Enden des Datenblocks hin eine stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
30 daß das Punktierungsmuster einen ersten Musterabschnitt für den Anfangsbereich des Datenblocks, einen zweiten Musterabschnitt für den mittleren Bereich des Datenblocks und einen dritten Musterabschnitt für den Endbereich des Datenblocks aufweist, und  
35 daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß die Punktierung des ersten Musterabschnitts spiegelsymmetrisch zu der Punktierung des dritten Musterabschnitts ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere aufeinanderfolgende Datenblöcke des Datenstroms  
5 mit demselben Punktierungsmuster punktiert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster in Abhängigkeit von der Länge des  
10 jeweils zu punktierenden Datenblocks entsprechend angepaßt  
wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß das Punktierungsmuster für einen Datenblock, dessen Länge  
kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist, verkürzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu  
punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 2, Nr.  
4, Nr. 7, Nr. 10, Nr. 14, Nr. 18, Nr. 22 und Nr. 26 des  
Datenblocks entfernt werden.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu  
30 punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 1, Nr.  
3, Nr. 6, Nr. 9, Nr. 13, Nr. 17, Nr. 21 und Nr. 25 des  
Datenblocks entfernt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu

punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 1, Nr. 2, Nr. 4, Nr. 6, Nr. 8, Nr. 11, Nr. 14 und Nr. 17 des Datenblocks entfernt werden.

5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, vom vorderen Ende des zu punktierenden  
Datenblocks her betrachtet, jeweils die Bits Nr. 3, Nr. 5,  
10 Nr. 8 und Nr. 9 und, vom hinteren Ende des zu punktierenden  
Datenblocks her betrachtet, jeweils die Bits Nr. 2, Nr. 5,  
Nr. 6 und Nr. 8 des Datenblocks entfernt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der zu punktierende Datenblock mit einem Faltungscode  
codierte Daten umfaßt, wobei der Faltungscode eine Coderate  
 $1/n$  und eine Constraint Length  $K$  aufweist, und  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
20 die Punktierung aus einem Anfangs- und/oder Endbereich des  
Datenblocks, in dem bei der Codierung mit dem Faltungscode  
Tailbits eingefügt werden, insgesamt weniger als  $n \cdot (K-1)$  Bits  
entfernt werden.

25 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung aus dem Anfangsbereich und dem Endbereich des  
Datenblocks jeweils weniger als  $n \cdot (K-1)/2$  Bits entfernt  
30 werden

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß nach der Punktierung des Datenblocks ein weiterer  
35 Punktierungsvorgang, durch den aus dem bereits punktierten  
Datenblock nochmals Bits gemäß einem weiteren  
Punktierungsmuster entfernt werden, oder ein



Repetierungsvorgang, durch den in dem bereits punktierten Datenblock Bits gemäß einem bestimmten Repetierungsmuster verdoppelt werden, durchgeführt wird.

- 5 15. Verfahren nach Anspruch 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das weitere Punktierungsmuster des weiteren  
Punktierungsvorgangs bzw. das Repetierungsmuster des  
Repetierungsvorgangs einer annähernd regelmäßigen Punktierung  
10 bzw. Repetierung des bereits punktierten Datenblocks  
entspricht.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
15 daß die Bits des Datenblocks vor der Punktierung zunächst  
vervielfacht werden, wobei bestimmte Bits des Datenblocks,  
welche gemäß dem Punktierungsmuster ausgewählt werden,  
gegenüber den übrigen Bits des Datenblocks mit einer  
geringeren Rate vervielfacht werden, und  
20 daß der aus dieser Vervielfachung resultierende Bitstrom des  
Datenblocks anschließend mit einer derartigen  
Punktierungsrate punktiert wird, daß sich eine gewünschte  
Repetierungsrate ergibt.

- 25 17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß das  
Musteranfang und das Musterende nur Nullen aufweist.

- 30 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß das  
Musteranfang und das Musterende jeweils 8 Nullen aufweist.

- 35 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß der Musteranfang und das Musterende jeweils 9 Nullen aufweist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

5    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß der Musteranfang und das Musterende bei einem Rate  $1/n$  Faltungscoder jeweils ein Vielfaches von  $n$  Nullen aufweist.

10    21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

   d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß der Musteranfang und das Musterende bei einem Rate  $1/3$  Faltungscoder jeweils 6 oder 9 Nullen aufweist.

15    22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

   d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß der Musteranfang und das Musterende bei einem Rate  $1/2$

20    Faltungscoder jeweils 4 oder 6 Nullen aufweist.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

   d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß der  
25    Musteranfang und das Musterende bei einem System mit einem Rate  $1/2$  und einem Rate  $1/3$  Faltungscoder für beide Codierungen jeweils 6 Nullen aufweist.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t, daß  
es sich bei dem Datenblock um einen ersten bzw. einen letzten Datenblock einer Vielzahl von Datenblöcken handelt, die aus der Segmentierung eines größeren Datenblocks hervorgeht, wobei jeweils nur der Anfang bzw. das Ende des ersten bzw.  
35    des letzten Datenblocks punktiert wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Verfahren nur dann angewandt wird, wenn die  
Datenblöcke nicht, beispielsweise aufgrund ihrer Größe, zur  
Codierung in mehrere Blöcke segmentiert werden.

5

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Anzahl der an den Enden zu punktierenden Bits  
reduziert wird, wenn ansonsten eine vorgegebene Gesamtzahl  
10 von verbleibenden Bit unterschritten würde.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß jeweils  $\min(\Delta N/2, k)$  Bit an beiden Enden punktiert  
15 werden, wobei  $\Delta N$  die Anzahl der zu punktierenden Bits  
darstellt und  $k$  die Anzahl der maximal an einem Rand zu  
punktierenden Bits darstellt.

15

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß, wenn die Anzahl der zu punktierenden Bits  $\Delta N$  größer  
als  $2k$  ist, zuerst  $2k$  Bits an beiden Rändern punktiert werden  
und nachfolgend gemäß einem weiteren Punktierungsmuster  
 $\Delta N - 2k$  Bits punktiert werden.

20

25

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß, wenn die Anzahl der zu punktierenden Bits  $\Delta N$   
zwischen 1 und  $2k-1$  liegt, jeweils  $\Delta N/2$  Bits an beiden  
30 Rändern punktiert werden, wobei für den Fall dass  $\Delta N$   
ungerade ist, der Ausdruck  $\Delta N/2$  an einem Rand auf- und am  
anderen abgerundet wird.

30

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß, wenn insgesamt eine Repetierung durchgeführt werden  
soll, die ersten und letzten  $k$  Bit von dieser Repetierung

35

ausgenommen werden und die Repetierung nur auf die restlichen Bits in der Mitte angewandt wird.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5    d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die codierten Bits in die drei Bereiche Anfang (Länge  $k$ )  
Mitte und Ende (Länge  $k$ ) eingeteilt werden und die  
Ratenanpassung nach folgender Vorschrift geschieht:  
- sollen Bits repetiert werden, so werden nur Bits im  
10    mittleren Teil repetiert, aber keine im Anfangs- und  
Endbereich;  
- ist die Anzahl der zu punktierenden Bits  $\Delta N$  zwischen 1  
und  $2k$  so werden am Anfang und Ende je  $\Delta N/2$  Bits  
punktiert;  
15    - ist die Anzahl der zu punktierenden Bits größer als  $2k$ , so  
werden am Anfang und Ende je  $k$  Bits punktiert, die restliche  
Punktierung wird im Bereich der Mitte, insbesondere im  
Bereich der  $N-2k$  Bits, durchgeführt.

- 20    32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Punktierung nach einem ersten Interleaver, der die  
Bits auf  $F$  radio-frames verteilt, separat für jeden radio  
frame durchgeführt wird.

- 25    33. Verfahren nach dem Anspruch 32,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß für den Fall, daß die Anzahl der pro radio-frame zu  
punktierenden Bits ungerade ist, teilweise am Anfang bzw.  
30    Ende ein zusätzliches Bit punktiert wird.

34. Verfahren nach Anspruch 33,  
d a d u r c h    g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Anzahl der maximal an den Rändern zu punktierenden  
35    Bits  $k$  in Abhängigkeit von der Anzahl der radio-frames  $F$  so  
gewählt wird, dass  $k$  durch  $F$  teilbar ist.

35. Kommunikationsvorrichtung,  
mit einer Punktierungseinrichtung (6) zur Punktierung eines  
Datenblocks eines der Punktierungseinrichtung (6) zugeführten  
5 Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster, um die  
Datenrate des Datenstroms anzupassen, wobei die  
Punktierungseinrichtung (1) durch die Punktierung dem  
Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem Datenblock  
entfernt,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Punktierungseinrichtung (6) derart ausgestaltet ist,  
daß sie die Punktierung mit einem Punktierungsmuster  
durchgeführt, welches von einem mittleren Bereich des  
Datenblocks zu mindestens einem Ende des Datenblocks hin eine  
15 stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.

36. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 35,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Kommunikationsvorrichtung (1) bzw. die  
20 Punktierungseinrichtung (6) zur Durchführung des Verfahrens  
nach einem der Ansprüche 1-34 ausgestaltet ist.

37. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 35 oder 36  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 daß die Kommunikationsvorrichtung (1) eine Mobilfunksende-  
oder Mobilfunkempfangsvorrichtung, insbesondere eine UMTS-  
Mobilfunksende- oder UMTS-Mobilfunkempfangsvorrichtung, ist.

FIG 1

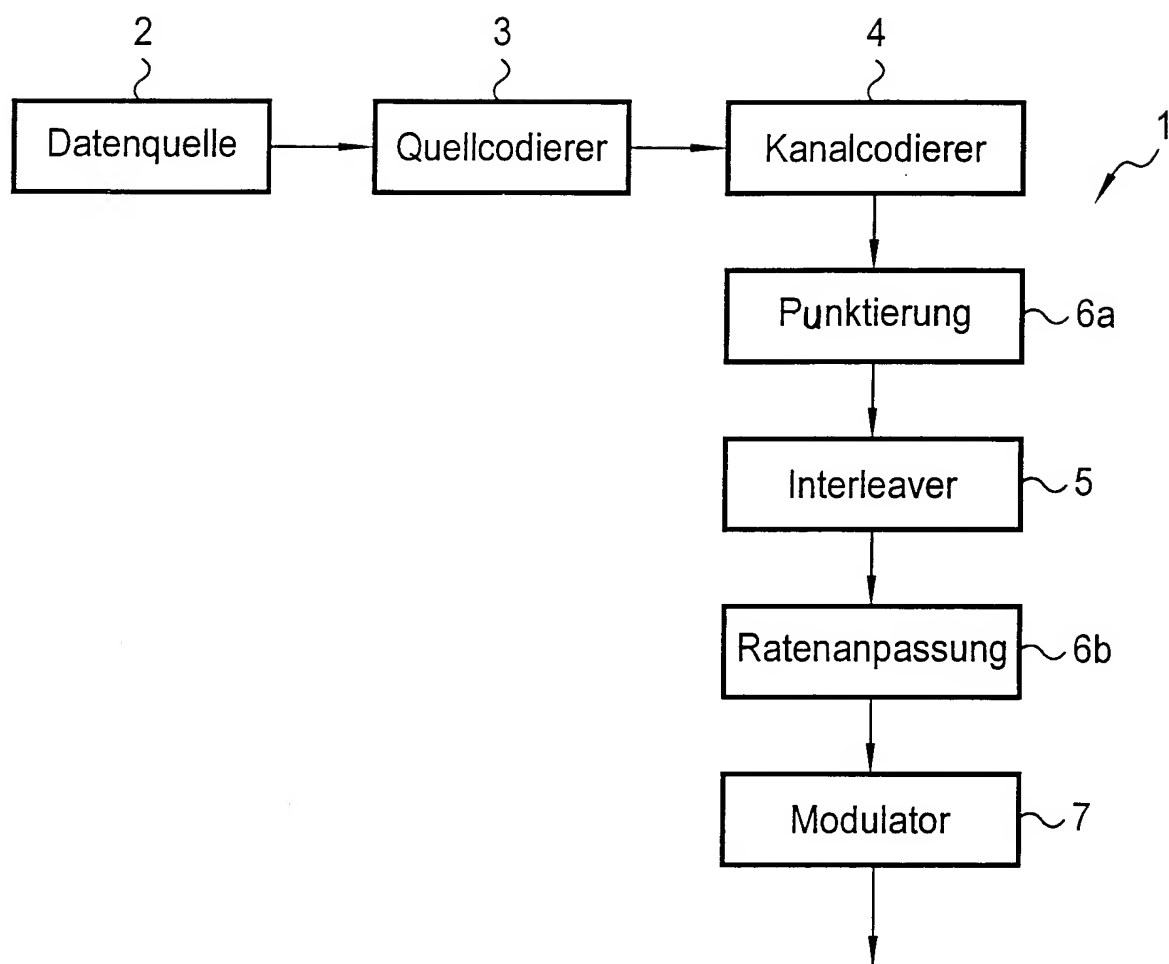


FIG 2

|    | Musteranfang               | Mustermitte | Musterende                  |
|----|----------------------------|-------------|-----------------------------|
| A  | 10101101101110111011101110 | ...11111... | 011101111011101110111010101 |
| B  | 0101101101110111011101110  | ...11111... | 01110111101110111011101010  |
| C  | 00101010110110110          | ...11111... | 01101101101010100           |
| C1 | 000.....0000               | ...11111... | 000.....0000                |
| C2 | 00000000                   | ...11111... | 00000000                    |

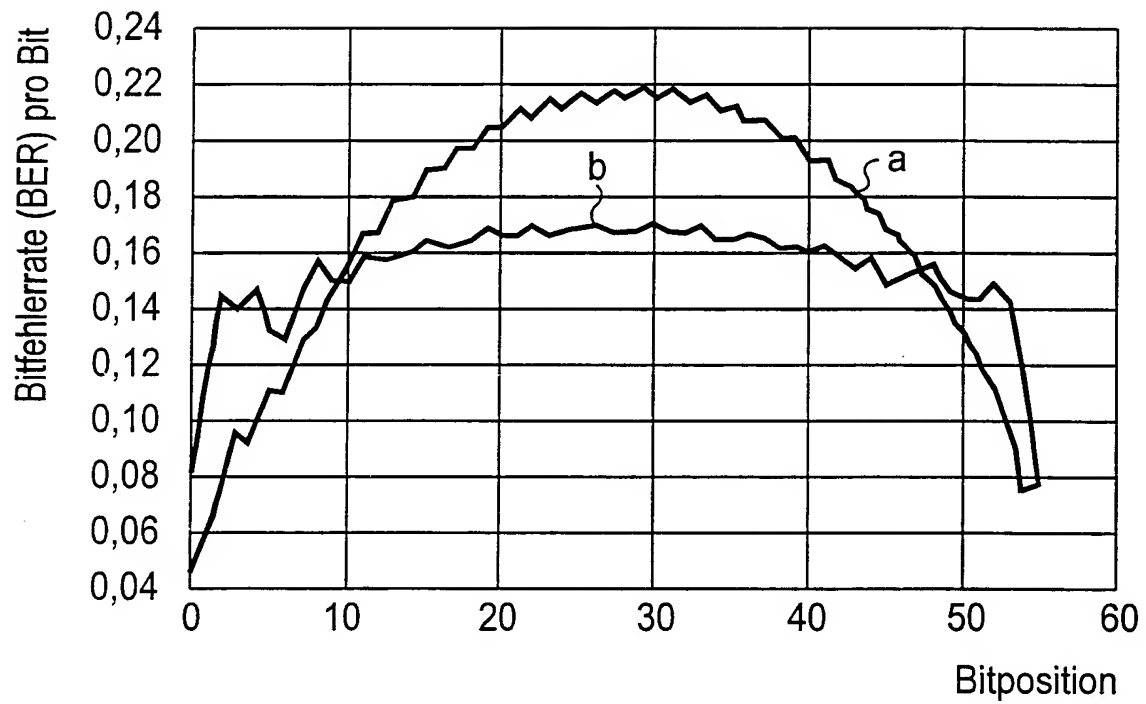
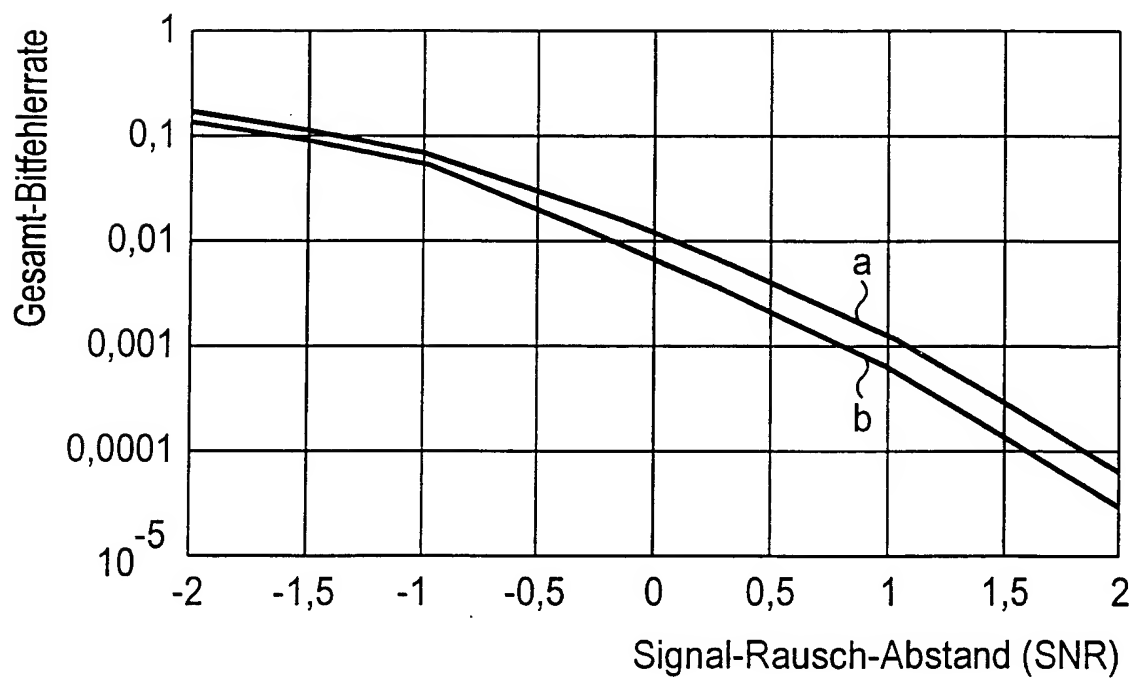
**FIG 3A****FIG 3B**



FIG 4

|   | Musteranfang | Mustermitte | Musterende  |
|---|--------------|-------------|-------------|
| D | 1101011100   | ...11111... | 01001101    |
| E | 1101011010   | ...11111... | 01001101    |
| F | 1101001110   | ...11111... | 01001101    |
| G | 1101011100   | ...11111... | 01001110    |
| H | 1101011010   | ...11111... | 01001110    |
| I | 1101001110   | ...11111... | 01001110    |
| J | 01010110     | ...11111... | 01101010    |
| K | 10101110110  | ...11111... | 01101110101 |

FIG 5

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 1   | 2   | 3   |
| 4   | 5   | 6   | 7   |
| 8   | 9   | 10  | 11  |
| ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... |
| 40  | 41  | 42  | 43  |
| 44  | 45  | 46  | 47  |
| 48  | 49  | 50  | 51  |